

· 论 著 ·

低剂量与超低剂量胸部CT在不同类型肺结节复查中的应用

龚 汀, 金 彪

上海交通大学医学院附属新华医院崇明分院放射科, 上海 202150

[摘要] 目的: 分析低剂量与超低剂量胸部CT在不同类型肺结节复查中的应用。方法: 选取常规剂量胸部CT扫描发现肺部孤立性非钙化结节(大小5~30 mm)且于6个月后遵医嘱复查CT的患者共100例, 采用低剂量(50 mA)与超低剂量(25 mA)对所有复查患者行胸部CT扫描, 并比较低剂量与超低剂量胸部CT扫描结果。采用西门子Syngo MMWP VE40A工作站, 利用三维成像软件自动计算肺结节体积, 计算两次测量结果的相对体积差值(relative volume difference, RVD), 若 $RVD \leq 10\%$ 表示体积计算结果合理, $RVD > 10\%$ 表示体积计算结果不合理。结果: 100例肺部孤立性非钙化结节患者两次体积测量的合理率为78.00%, 相关系数 $r=0.996$, 两次体积测量结果差异无统计学意义($P>0.05$); RVD的95%CI为-0.14~0.14, 有4例在95%CI以外, 基本RVD趋于一致。胸膜旁型结节和毛刺型结节的RVD不合理率显著高于其他类型结节。结论: 50 mA低剂量与25 mA超低剂量胸部CT扫描测量肺结节体积的相似性较高, 对于测量肺结节体积具有一定的意义。对于毛刺型结节和胸膜旁结节, 宜采用25 mA超低剂量胸部CT扫描。

[关键词] 胸部CT; 肺部孤立性结节; 复查; 剂量

DOI: 10.19732/j.cnki.2096-6212.2018.06.006

中图分类号: R734.2 文献标志码: A 文章编号: 2096-6212(2018)06-0457-04

Application of low dose and ultra-low dose chest CT scans in re-examination of pulmonary nodules with different types GONG Ting, JIN Biao (Department of Radiology, Chongming Branch, Xinhua Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 202150, China)

Correspondence to: JIN Biao E-mail: kking1105@163.com

[Abstract] **Objective:** To analyze the application value of low dose and ultra-low dose chest CT scans in re-examination of pulmonary nodules with different types. **Methods:** A total of 100 patients with non-calcified solitary pulmonary nodules (5-30 mm) found by routine dose chest CT scan were chosen. Then low dose (50 mA) and ultra-low dose (25 mA) chest CT scans were used for re-examination. The results of the two CT scans were compared. Relative volume difference (RVD) was obtained on SIEMENS Syngo MMWP VE40A workstation. RVD less than or equal to 10% was considered reasonable. RVD more than 10% was considered unreasonable. **Results:** The reasonable rate of two volume measurements was 78.00%. The correlation coefficient r was 0.996, and there was no significant difference between the two volume measurements. The 95% confidence interval (CI) of RVD was -0.14-0.14. The overall RVD tended to be consistent. The unreasonable rate of RVD in para pleural nodules and burr nodules was significantly higher than that in other type nodules. **Conclusion:** Low dose of 50 mA and ultra-low dose of 25 mA chest CT scans were similar in RVD measurement. Ultra-low dose of 25 mA chest CT scan is suitable for burr nodules and para pleural nodules.

[Key words] Chest CT; Solitary pulmonary nodule; Re-examination; Dose

基金项目: 崇明区科学技术发展基金项目(CKY2015-15)。

通信作者: 金 彪 E-mail: kking1105@163.com

近年来,随着多排螺旋CT技术及图像处理软件的发展,肺癌小结节在常规体检人群中的检出率呈逐年上升趋势^[1]。相关研究显示,低剂量螺旋CT在筛查肺癌患者时,早期检出率较低,约为2.15%,但良性结节的检出率可达56.20%,且检出的结节体积与肺癌诊断率呈正相关^[2]。目前,临床上对那些尚未定性的结节主要采取随访复查的方法进行观察,仍大量使用卡尺测量结节大小。这种方法虽然简单便捷,在一定程度上可反映结节的生长,但受测量边界、最大边界等诸多因素限制,随访5~20 mm结节时差异较大^[3]。三维成像软件因其客观性及可重复性更好,逐渐应用于低剂量筛查肺癌,但因结节类型与扫描剂量差异等的影响,同一结节在不同检测条件下所测结果偏倚较大^[4]。本研究选取100例常规剂量胸部CT扫描发现肺部孤立性非钙化结节的患者,采用低剂量与超低剂量胸部CT进行复查,比较两种剂量胸部CT在不同类型肺结节复查中的效果。

1 资料和方法

1.1 一般资料

将上海交通大学医学院附属新华医院崇明分院2015年6月—2017年1月常规剂量胸部CT扫描发现肺部孤立性非钙化结节(5~30 mm)且于6个月后遵医嘱复查CT的患者共100例作为研究对象,其中男性75例,女性25例;年龄38~78岁,平均年龄(54.12±12.43)岁。

纳入标准:①肺部孤立性非钙化结节,大小为5~30mm;②扫描图像质量较高,无金属或呼吸运动等伪影;③缺少手术指征和穿刺活检;④CT扫描基线模糊,无法确定结节性质者。阅片医师独立阅片经验≥3年。

排除标准:①肺部孤立性钙化结节;②属于半实性结节、钙化结节或纯磨玻璃结节;③结节出现明显恶性征象;④伴有恶性肿瘤、严重感染等;⑤伴有心、脑、肝及肾等功能不全;

⑥伴有精神性疾病等病史。

同时采用低剂量(50 mA)与超低剂量(25 mA)对所有复查患者行胸部CT扫描。将结节分为毛刺型结节、光滑型结节、胸膜旁型结节及分叶型结节。本研究已通过医院医学伦理委员会批准,所有受试者均自愿签署了知情同意书。

1.2 方法

使用西门子Syngo MMWP VE40A 64排螺旋CT对100例肺结节进行低剂量容积扫描。扫描参数设置:层厚5 mm,间隔5 mm,管电压120 kV,管电流50 mA。采用骨算法重建,重建层厚1.25 mm,重建间隔1.25 mm。将重建图像导入西门子Syngo MMWP VE40A工作站,利用三维成像软件进行重建,自动计算肺结节体积,并计算两次测量结果的相对体积差值(relative volume difference, RVD),RVD≤10%表示体积计算结果合理,RVD>10%表示体积计算结果不合理。

1.3 统计学处理

采用SPSS 23.0进行数据处理,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示并采用 t 检验,计数资料以百分率(%)表示,采用Bland-Altman法计算并评估RVD 95% CI及其重复性, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 4种类型肺结节的体积测量值和RVD

根据结节与周围组织的毗邻关系及其形态,将100例肺部孤立性非钙化结节分为毛刺型13例(13.00%)、光滑型44例(44.00%)、胸膜旁型24例(24.00%)及分叶型19例(19.00%)。50 mA低剂量条件下,结节体积为20~410 mm³,平均(101.6±82.4) mm³;25 mA超低剂量条件下,结节体积为21~413 mm³,平均(102.1±83.1) mm³。在低剂量和超低剂量下体积测量一致的结节有9例,RVD≤10%的结节有78例(78.00%),RVD>10%的结节有22例(22.00%)(表1)。

表1 4种类型肺结节的体积测量值和RVD

| 结节形态 | n | (x̄ ± s) | | | | |
|--------|----|----------------------------|----------------------------|-------------|-----------|-----------|
| | | 50 mA时平均体积/mm ³ | 25 mA时平均体积/mm ³ | RVD | RVD ≤ 10% | RVD > 10% |
| 毛刺型结节 | 13 | 139.15 ± 85.34 | 140.14 ± 85.46 | 1.46 ± 8.01 | 8 | 5 |
| 光滑型结节 | 44 | 100.98 ± 82.47 | 100.53 ± 82.15 | 0.12 ± 3.19 | 40 | 4 |
| 胸膜旁型结节 | 24 | 100.34 ± 55.79 | 99.34 ± 55.45 | 0.91 ± 7.59 | 15 | 9 |
| 分叶型结节 | 19 | 97.26 ± 95.14 | 96.25 ± 95.23 | 0.79 ± 6.18 | 13 | 6 |

2.2 RVD的Bland-Altman散点图

100例肺部孤立性非钙化结节患者中，两次体积测量的合理率为78.00%，相关系数 $r=0.996$ ，两次体积测量结果差异无统计学意义($P>0.05$)。散点图发现，RVD的95%CI为-0.14~0.14，有4例在95%CI以外，基本RVD趋于一致(图1)。

2.3 4种类型结节的三维体积测量差异分析

4种类型结节配对 t 检验结果显示，体积差异中胸膜旁型结节和毛刺型结节的RVD不合理率显著高于其他类型结节(表2)。

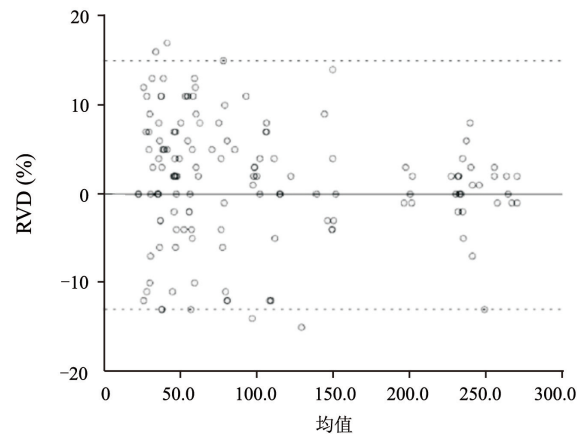


图1 RVD的Bland-Altman散点图

实线表示均值，虚线表示95% CI的上限和下限

表2 4种类型结节的三维体积测量差异

| 结节形态 | n | 95%CI | | 合理百分率 | P值 |
|--------|----|-------|-------|---------|--------------------|
| | | 上限 | 下限 | | |
| 正常基准组 | 20 | 15.45 | -1.15 | 100.00% | <0.01 [*] |
| 毛刺型结节 | 13 | 6.00 | 0.71 | 61.54% | <0.01 [#] |
| 光滑型结节 | 44 | 0.49 | -1.09 | 90.90% | >0.05 [#] |
| 胸膜旁型结节 | 24 | 8.29 | 1.68 | 62.50% | <0.01 [#] |
| 分叶型结节 | 19 | 2.81 | -1.09 | 88.42% | >0.05 [#] |

*: 正常基准组与4种类型结节相比; #: 4种类型结节RVD>10%与RVD≤10%相比

3 讨论

非钙化肺结节是一种具有转化为恶性肿瘤潜能的结节，这些性质待定的结节需要长期随访以观察结节的动态变化。随访时间可长达2年，这是因为大部分恶性结节的倍增时间在1个月到1年多之间，而小细胞肺癌所需的倍增时间更短^[5]。相关研究显示，低剂量CT检查的高危人群病死率显著低于胸片X线检查，临床上已使用低剂量CT作为早期诊断或筛查肺癌的诊断方式^[6]。随着CT技术的不断发展，CT剂量将越来越低，这无疑更有利于筛查者。相关报道显示^[7-8]，对于体检者而言，其射线暴露的危险远高于检出结节的危险，应尽可能采取更低剂量的

CT对这部分体检者进行随访观察。本研究采用50 mA低剂量与25 mA超低剂量胸部CT，探讨两者在不同类型肺结节复查中的应用。

CT三维体积测量技术采用灰阶阈值和算法，比较肺结节与周围肺组织密度，将两者进行有效分割，达到自动计算肺结节体积的目的^[9]。但CT是X线穿过物体后利用衰减差异成像，物质会自然而然地发生线性衰减，并且受限于扫描图像的分辨率，导致CT三维体积测量技术测得的肺结节体积一般大于实际体积^[10]。尽管如此，相对于二维直径测量，三维体积测量技术具有更高的准确率和可重复性。本研究发现，体积增加1倍时，直径增加28%。相关研究显示^[11-12]，半自动结节体积测量技术在实际操作中具有较大偏差，方差可高达-8.9%，经人工校

正后可显著降低至-1.0%；而二维直径测量技术在5~15 mm肺结节随访中存在较大差异，可靠程度较低。在CT图像参数方面，射线剂量的多少与体积测量的准确率密切相关。一般而言，射线剂量越高，体积测量的准确率越高，越接近准确值^[13]。本研究发现，25和50 mA两种剂量螺旋CT扫描计算出的体积参数差异无统计学意义，与有关10与100 mA剂量螺旋CT扫描计算出的体积差异无统计学意义的报道高度吻合^[14]。

另一方面，肺结节体积测量的准确率与结节的边缘和形态关系密切。本研究发现，4种类型肺结节在25和50 mA剂量下获得的体积数据存在显著差异。最明显的是胸膜旁型结节和毛刺型结节，由于这两种结节边界较粗糙和存在较低的信噪比，导致边缘的细微结构出现较大差异，两次测量的差异较大；而分叶型结节和光滑型结节由于边界较完整、光滑，两次测量的差异较小^[15-16]。因此，胸膜旁型结节和毛刺型结节更适合采用低剂量螺旋CT行随访观察。有研究显示^[17]，对胸膜旁型结节进行体积测量其可重复性最差，重复性最好的是对分叶型结节体积较大者的测量，毛刺型结节介于其间，与本研究结果一致。朱勇^[18]研究肺结节计算机体积分割定量的重复性及潜在影响因素，发现结节的体积、密度、有无毛刺、支气管血管束邻近位置及胸膜邻近位置与变异系数的差距不大，但结节边缘模糊状况与清晰状况之间的变异系数差异巨大。本研究未出现以上征象，分析原因，可能是结节体积测量缺少术后病理学检查金标准，对检测结果的准确性无法进行对比分析；结节的性质复杂，在临床上不能证实等。肺结节的体积测量受结节类型、大小等的影响，存在一定的局限性^[19]。

综上所述，50 mA低剂量与25 mA超低剂量胸部CT扫描测量肺结节体积的相似性较高，在测量肺结节体积中具有一定意义。对于毛刺型结节和胸膜旁结节，宜采用25 mA超低剂量胸部CT扫描。

[参 考 文 献]

- [1] GORDIC S, MORSBACH F, SCHMIDT B, et al. Ultralow-dose chest computed tomography for pulmonary nodule detection: first performance evaluation of single energy scanning with spectral shaping [J]. *Invest Radiol*, 2014, 49(7): 465-473.
- [2] 万 千, 方震宇, 马南山, 等. 健康指导对肺小结节穿刺定位辅助电视胸腔镜手术患者心理状态的影响 [J]. *国际精神病学杂志*, 2016, 43(3): 499-501, 508.
- [3] 杨文洁, 吴梦熊, 张 欢, 等. 胸部低剂量CT中肺结节自动测量软件的体模研究 [J]. *中国医学计算机成像杂志*, 2015, 21(4): 382-386.
- [4] 齐守良, 司广磊, 岳 勇, 等. 基于胸部CT图像的肺结节分割 [J]. *北京生物医学工程*, 2014, 33(1): 29-34, 40.
- [5] HOREWEG N, VAN ROSMALEN J, HEUVELMANS M A, et al. Lung cancer probability in patients with CT-detected pulmonary nodules: a prespecified analysis of data from the NELSON trial of low-dose CT screening [J]. *Lancet Oncol*, 2014, 15(12): 1332-1341.
- [6] 张金英, 邢 璐, 伏平友, 等. CT个体化低剂量扫描在普通人群胸部体检中的应用 [J]. *山东医药*, 2017, 57(17): 88-90.
- [7] 许学成. CT和核磁共振成像对肝脏局灶性结节状增生的临床诊断价值分析 [J]. *当代医学*, 2015, 21(27): 48-49.
- [8] 王建文, 詹伟雄. 多排螺旋CT对肺小结节及早期肺癌的诊断价值 [J]. *中外医学研究*, 2016, 14(35): 69-71.
- [9] 彭业胜, 邓 东. 双能量CT的技术在肺部肿瘤中的应用和进展 [J]. *广西医科大学学报*, 2014, 31(5): 866-869.
- [10] HENSCHKE C I, YIP R, SMITH J P, et al. CT screening for lung cancer: part-solid nodules in baseline and annual repeat rounds [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2016, 207(6): 1176-1184.
- [11] 任法云, 付克广. 低剂量CT在肺结节筛查中的临床应用 [J]. *中国医学计算机成像杂志*, 2014, 20(5): 389-393.
- [12] ZHOU W, MONTOYA J, GUTJAHR R, et al. Lung nodule volume quantification and shape differentiation with an ultra-high resolution technique on a photon counting detector CT system [J]. *Proc SPIE Int Soc Opt Eng*, 2017.
- [13] KO J P, RUSINEK H, JACOBS E L, et al. Small pulmonary nodules: volume measurement at chest CT-phantom study [J]. *Radiology*, 2003, 228(3): 864-870.
- [14] FLAVELL R R, BEHR S C, MABRAY M C, et al. Detecting pulmonary nodules in lung cancer patients using whole body FDG PET/CT, high-resolution lung reformat of FDG PET/CT, or diagnostic breath hold chest CT [J]. *Acad Radiol*, 2016, 23(9): 1123-1129.
- [15] 凌淑荣, 游正坤, 陈 欣, 等. 高分辨胸部CT对肺部磨玻璃结节及早期肺癌的筛查价值 [J]. *中国临床保健杂志*, 2017, 20(3): 299-300.
- [16] MCDONALD J S, KOO C W, WHITE D, et al. Addition of the Fleischner Society guidelines to chest CT examination interpretive reports improves adherence to recommended follow-up care for incidental pulmonary nodules [J]. *Acad Radiol*, 2017, 24(3): 337-344.
- [17] 马晓峰, 孟宪平, 顾娅婷, 等. 肺部小结节CT引导下Hook-wire定位在胸腔镜手术中的应用 [J]. *实用临床医药杂志*, 2015, 19(19): 116-118.
- [18] 朱 勇. 多层螺旋CT灌注参数对肝癌结节血液动力学变化的诊断价值分析 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2015, 13(4): 63-66, 69.
- [19] 唐晓路. 薄层螺旋CT扫描在肺内磨玻璃样结节诊断中的临床价值 [J]. *医学理论与实践*, 2015, 28(4): 502-504.

(收稿日期: 2018-09-17 修回日期: 2018-11-29)